

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-212713

(P2002-212713A)

(43)公開日 平成14年7月31日 (2002.7.31)

(51)Int.Cl.⁷
C 23 C 14/32
14/06
G 11 B 5/84

識別記号

F I
C 23 C 14/32
14/06
G 11 B 5/84

テ-マコ-ト⁸ (参考)
B 4 K 0 2 9
F 5 D 1 1 2
B

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2001-10046(P2001-10046)

(22)出願日 平成13年1月18日 (2001.1.18)

(71)出願人 000001993
株式会社島津製作所
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(72)発明者 中津 治
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
株式会社島津製作所内
(72)発明者 秋田 典孝
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
株式会社島津製作所内
(74)代理人 100084412
弁理士 永井 冬紀
F ターム(参考) 4K029 AA06 BA34 BD11 CA03 DD06
JA02
5D112 AA07 BC05 FA10 FB25

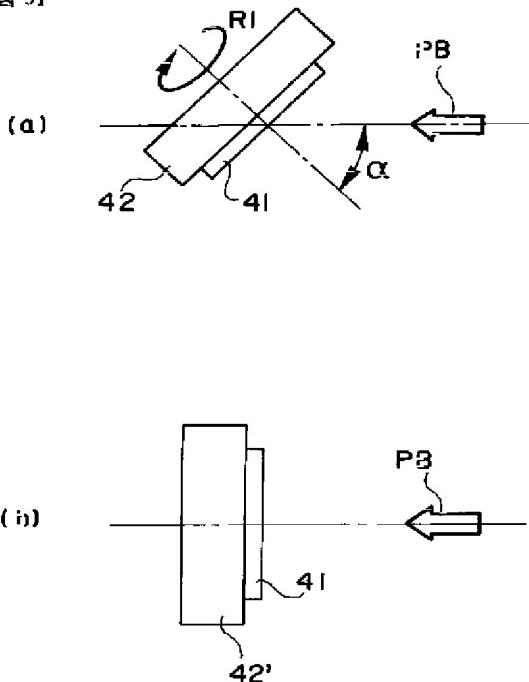
(54)【発明の名称】 陰極アーク放電を用いた成膜装置

(57)【要約】

【課題】 陰極アーク放電を利用して成膜を行う成膜装置において、内部応力の小さな薄膜を形成することができる成膜装置の提供。

【解決手段】 陰極アーク放電によりターゲットから発生したプラズマビームPBを基板41上に照射して薄膜を成膜する際に、基板面の法線をプラズマビームPBのビーム方向に対して角度αだけ傾けるようにした。その結果、成膜時のマイグレーションが促進されて、内部応力の小さな膜が形成される。また、基板41をその面内で回転させることにより、膜の均一性を向上させることができる。

【図3】



【特許請求の範囲】

【請求項1】 陰極アーク放電によりターゲットの正イオンを含むプラズマビームを生成し、そのプラズマビームを基板上に照射して薄膜を成膜する成膜装置において、

前記プラズマビームのビーム方向に対して前記基板の法線方向を傾けて配設する基板ステージを備えたことを特徴とする成膜装置。

【請求項2】 陰極アーク放電によりターゲットの正イオンを含むプラズマビームを生成するプラズマ生成装置と、

基板が装填されるチャンバと、

入口に前記プラズマ生成装置が連結されるとともに出口に前記チャンバが連結され、かつ、入口から入射したマクロパーティクルが出口に達するまでに内壁と衝突するように屈曲させたダクトと、

前記プラズマビームを前記ダクトに沿って前記入口から前記出口へと移送するプラズマ移送装置とを備え、前記プラズマビームを前記基板上に照射して薄膜を成膜する成膜装置において、

前記プラズマビームのビーム方向に対して前記基板の法線方向を傾けて配設する基板ステージを設けたことを特徴とする成膜装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の成膜装置において、前記基板を基板面内において回転駆動する回転装置をさらに設けたことを特徴とする成膜装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、陰極アーク放電を用いて基板上に薄膜を成膜する成膜装置、特に、磁気記録装置の磁気ディスクや磁気ヘッドに形成されるカーボン膜の成膜に使用される成膜装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 陰極アーク放電を利用して成膜を行う成膜装置では、陰極に設けられたターゲット材料に対してアーク放電を発生させる。ターゲット材料のアーク放電が生じた部分においては、ターゲット材料のイオンを含むプラズマが生成され、そのプラズマ中のターゲットイオンを基板に堆積することによって所望の薄膜が成膜される。例えば、ハードディスク装置の磁気ヘッドにカーボン膜の保護膜を形成する場合には、グラファイトのターゲット材料が用いられる。このカーボン膜は硬質で摩擦係数が小さいという特性を有しており、磁気ヘッドの保護膜として優れている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の陰極アーク放電を用いる成膜装置で形成した薄膜は内部応力が比較的大きく、基板に対する密着力が良くないという欠点があった。

【0004】 本発明の目的は、陰極アーク放電を利用し成膜を行う成膜装置において、内部応力の小さな薄膜を形成することができる成膜装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 発明の実施の形態を示す図1～図3に対応付けて説明する。

(1) 請求項1の発明は、陰極アーク放電によりターゲット11の正イオンを含むプラズマビームPBを生成し、そのプラズマビームPBを基板41上に照射して薄膜を成膜する成膜装置に適用され、プラズマビームPBのビーム方向に対して基板41の法線方向を傾けて配設する基板ステージ42を備えて上述の目的を達成する。

(2) 請求項2の発明は、陰極アーク放電によりターゲット11の正イオンを含むプラズマビームPBを生成するプラズマ生成装置1と、基板41が装填されるチャンバ4と、入口にプラズマ生成装置1が連結されるとともに出口にチャンバ4が連結され、かつ、入口から入射したマクロパーティクルが出口に達するまでに内壁と衝突するように屈曲させたダクトと20、プラズマビームPBをダクト20に沿って入口から出口へと移送するプラズマ移送装置17, 21, 22とを備え、プラズマビームPBを基板41上に照射して薄膜を成膜する成膜装置に適用され、プラズマビームPBのビーム方向に対して基板41の法線方向を傾けて配設する基板ステージ42を設けたことにより上述の目的を達成する。

(3) 請求項3の発明は、請求項1または請求項2に記載の成膜装置において、基板41を基板面内において回転駆動する回転装置42をさらに設けたものである。

【0006】 なお、上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が発明の実施の形態に限定されるものではない。

【0007】

【発明の実施の形態】 以下、図1～図3を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明による成膜装置の一実施の形態を示す図であり、陰極アーク放電を利用して成膜を行う成膜装置の概略構成を示す図である。図1に示すように、成膜装置はプラズマ発生部1、フィルタ部2、ビームスキャン装置3、成膜チャンバ4および装置全体を制御する制御装置5で構成されている。

【0008】 プラズマ発生部1は、ターゲット11が装着される陰極部10と、陰極部10が固定される陽極チャンバ12と、アーク放電のきっかけを作るためのトリガ14とを備えている。陰極部10はアーク電源(定電流源)13の負端子に接続されており、一方、トリガ14およびアーク電源13の正端子に接続されている陽極チャンバ12はそれぞれ接地されていてアース電位となっている。トリガ14は、軸140を回転軸としてステップモータ等の駆動部15により回転駆動される。トリ

ガ14の角度は図示しない角度センサで検出される。

【0009】陰極部10と陽極チャンバ12とは、絶縁部材6によって電気的に絶縁されている。陽極チャンバ12の外周には陽極チャンバ12内にアキシャル磁場を形成する磁気コイル16が設けられており、電源17から励磁電流が供給される。なお、図示していないが、陰極部10には水冷ジャケットのような冷却手段が設けられている。

【0010】フィルタ部2は、屈曲したトロイダルダクト20とその周囲に設けられた磁気コイル21とを有している。磁気コイル21にも電源17から励磁電流が供給される。フィルタ部2と陽極チャンバ12とは絶縁材23を介して互いに固定されていて、両者は電気的に絶縁されている。トロイダルダクト20にはバイアス電源22により正のバイアス電圧が印加されている。

【0011】成膜チャンバ4内には基板ステージ42が設けられており、この基板ステージ42に成膜対象物である基板41が装着される。基板ステージ42は駆動装置46により駆動される。なお、駆動装置46の駆動形態については後述する。成膜チャンバ4とフィルタ部2とは絶縁部材40を介して固定されていて、互いに電気的に絶縁されている。成膜チャンバ4のビーム導入ダクト部43の周囲にはビームスキャン装置3が設けられており、フィルタ部2から出射されたプラズマビームをビームに直交する方向に偏向走査する。

【0012】ビームスキャン装置3は、例えば、一对のC字形状磁気コア（不図示）から成る。一方の磁気コアの磁極はダクト部43を挟んで図示上下に配設され、他方の磁気コアの磁極はダクト部43を挟んで紙面に直交する方向に配設される。この場合、プラズマビームは図示上下方向および紙面に直交する方向に偏向走査される。ビームスキャン装置3の磁気コアにはソレノイドコイル（不図示）が巻き付けられており、そのソレノイドコイルには電源31により励磁電流が供給される。

【0013】図2はトロイダルダクト20の形状の一例を示す図であり、(a)はダクト上方から見た平面図、(b)は正面図である。トロイダルダクト20は3つの直管部201、203、205と、それらを繋ぐ2つの屈曲部202、204とを有している。直管部201および205の開口部にはフランジ206、207がそれぞれ設けられている。直管部201の軸方向と直管部205の軸方向とは互いに90度の角度を成しており、直管部201はz軸に沿って配設され、直管部205はx軸に沿って配設されている。

【0014】次に、成膜の際の動作について説明する。アーク放電を生じさせる際には、図1の破線で示す位置に退避していたトリガ14を駆動部15により回転駆動してターゲット11側に倒す。陰極部10と陽極チャンバ12との電位差はアーク電源13により数10～数100ボルトに設定されており、トリガ14の先端に設け

られたトリガチップ14aがターゲット11の表面に接触するとアーク放電が発生する。

【0015】アーク放電が発生するとプラズマが生成され、このプラズマにはターゲット11から生じた正イオンが含まれている。例えば、カーボン膜を成膜する場合にはターゲット11としてグラファイトが用いられ、アーク放電によりカーボンイオンを含むプラズマが生成される。このとき、グラファイトターゲット11からはカーボンイオンの他にマクロパーティクルと呼ばれる多数のカーボン原子から成るクラスターが放出される。

【0016】制御装置5はアーク電源13の状態を常時モニタし、アーク放電の発生を検出したならば駆動部15へ指令を送り、ターゲット11の表面からトリガ14を引き上げる。このとき、アーク放電発生時のトリガ14の角度位置が上述した角度センサにより検出され、検出された角度位置は制御装置5に設けられた記憶部（不図示）に記憶される。アーク放電発生後、放電状態は時間が経過するにつれて弱まってくるので、再びトリガ14を記憶された位置まで駆動部15により移動させて、安定したアーク放電が維持されるように制御する。

【0017】上述したように、陽極チャンバ12内には磁気コイル16によりアキシャル磁場が形成されている。そのため、アーク放電により生成されたプラズマビーム、すなわち、ターゲット11から放出されたカーボンイオンや電子を含むプラズマビームは、このアキシャル磁場により集束されるとともにフィルタ部2のトロイダルダクト20へと導かれる。

【0018】トロイダルダクト20にはバイアス電源22により正のバイアス電圧が印加されているため、トロイダルダクト20内にはラジアル電場が形成されている。さらに、トロイダルダクト20の周囲に設けられた磁気コイル21によりトロイダルダクト20の軸に沿ったアキシャル磁場も形成されている。そのため、正のカーボンイオンを含むプラズマビームは、これらの電場および磁場によりトロイダルダクト20内を成膜チャンバ4へと導かれる。

【0019】ところで、トロイダルダクト20は図2に示したように屈曲しているため、プラズマ発生部1で発生した中性のマクロパーティクルはフランジ206からz軸方向に入射した後にダクト内壁に衝突する。このとき、運動エネルギーの小さなマクロパーティクルはダクト内壁に付着し、運動エネルギーの大きなものは壁面で反射される。図2のように屈曲しているトロイダルダクト20の場合には、反射されたマクロパーティクルは再びトロイダルダクト20の内壁に衝突し、一回の反射でフランジ207から出射されることがない。

【0020】壁面に衝突した際に、マクロパーティクルは運動エネルギーの一部が奪われるので、一回目の衝突で反射されたマクロパーティクルは二回目の衝突の際にほとんどダクト内壁に付着してしまう。その結果、成膜

の際に汚染源となるマクロパーティクルを、フィルタ部2によりほぼ完全に除去することができる。

【0021】成膜チャンバ4に導かれたプラズマビームは、基板ステージ42に装着された基板41に照射される。このとき、ビームスキャン装置3を用いてプラズマビームをその直交する方向に偏向走査することにより、基板41の広い領域に均一にプラズマビームを照射することができる。

【0022】図3は成膜時の基板配置を説明する図であり、(a)は本実施の形態における基板配置を示し、(b)は従来の装置の基板配置を示す。従来の成膜装置では、図3(b)のようにプラズマビームPBの方向に対して基板41を垂直に配設して成膜を行っていた。そして、プラズマビームPBをビームスキャン装置3で偏向走査することにより、基板41に均一に成膜されるようになっていた。一方、本実施の形態では、基板41の法線方向をプラズマビームPBの方向に対して傾けて配設するとともに、R1のように基板41を回転させないようにした。

【0023】薄膜形成プロセスでは、基板に付着した原子は互いに合体して核を形成し、それらの核が合体して島を形成し、さらに島が合体して連続的な膜が形成される。このように形成された薄膜には内部応力が残留し、ほとんどの場合、この残留応力は膜が縮もうとする引張応力を示す。基板41に付着した原子は、マイグレーションにより基板表面上を移動しエネルギー的安定点に落ち着く。そのため、マイグレーションが促進されるような条件で成膜することによって、残留応力の小さな膜を形成することができる。

【0024】図3(a)に示すように基板面に対してプラズマビームPBを斜めに照射した場合には、図3(b)のように垂直に照射した場合に比べて上述したマイグレーションがより活発に行われる。その結果、残留応力の小さな膜が基板41に形成される。実際、基板41としてシリコン基板を使用し、傾斜角度 $\alpha = 45$ (deg)、回転速度=16 (rpm)でta-C (tetrahedral amorphous carbon) を成膜したところ、応力1.4 (GPa) のta-C膜が得られた。参考として、図3(b)の従来の方法で成膜したta-C膜の応力は2.4 (GPa) であった。

【0025】また、基板41を回転させることにより、基板41上における膜の均一性をより向上させることができた。なお、傾斜角度 α としては10 (deg) $\leq \alpha \leq 80$ (deg)が好ましく、回転速度は1 (rpm)以上で100 (rpm)以下とするのが好ましい。

【0026】上述した実施の形態では、ターゲット11にグラファイト用いてta-C膜を成膜した場合を例に説明したが、本発明の成膜装置はta-C膜に限らず種

々の膜の成膜に用いることができ、同様に内部応力を低減することができる。なお、本実施の形態の成膜装置では、プラズマ発生部1と成膜チャンバ4との間にトロイダルダクト20を具備するフィルタ部2を設けたが、本発明はフィルタ部2を備えていない成膜装置にも適用することができる。

【0027】以上説明した実施の形態と特許請求の範囲の要素との対応において、プラズマ発生部1はプラズマ生成装置を、トロイダルダクト20はダクトを、電源17、磁気コイル21およびバイアス電源22はプラズマ移送装置を、駆動装置46は回転装置をそれぞれ構成する。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、基板面の法線をプラズマビームの方向に対して傾けたので、成膜時のマイグレーションが促進されて内部応力の小さな膜を形成することができる。また、請求項3の発明のように基板をその平面内で回転させることにより、膜の均一性を向上させることができる。特に、請求項2の発明では、アーク放電時に発生するマクロパーティクルがダクトによって除去されるため、汚染物質の少ない高純度な薄膜を成膜することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による成膜装置の一実施の形態を示す図であり、成膜装置の概略構成を示す図である。

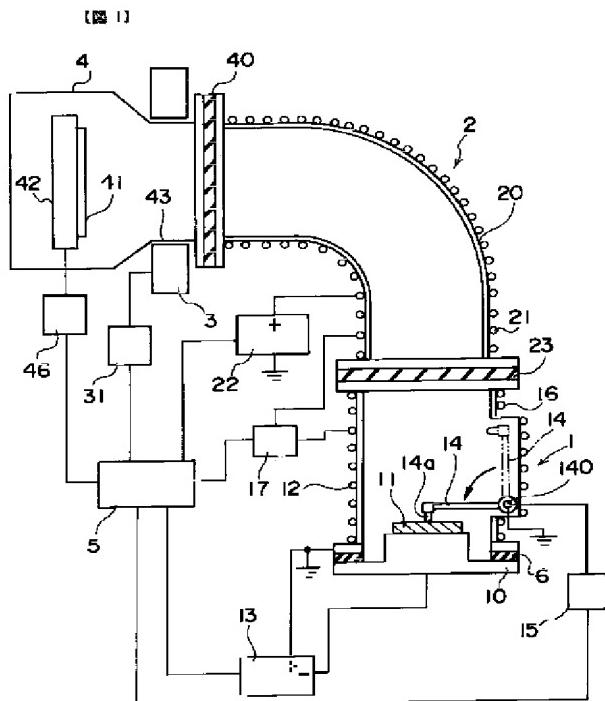
【図2】トロイダルダクト20の形状の一例を示す図であり、(a)はダクト上方から見た平面図、(b)は正面図である。

【図3】成膜時の基板配置を説明する図であり、(a)は本実施の形態における基板配置を示し、(b)は従来の装置の基板配置を示す。

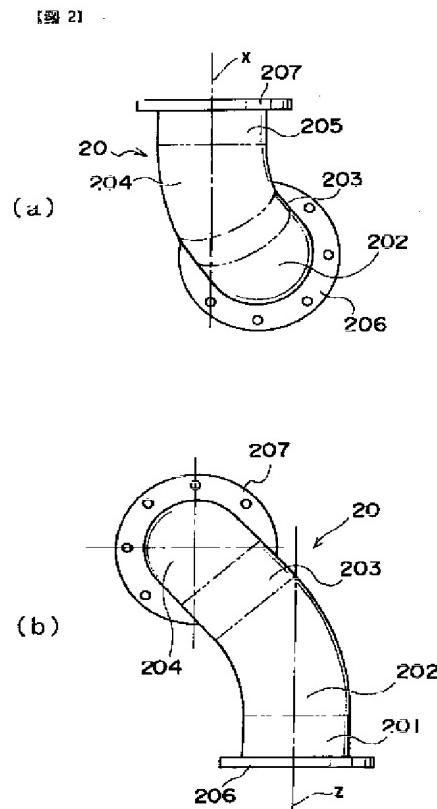
【符号の説明】

- 1 プラズマ発生部
- 2 フィルタ部
- 3 ビームスキャン装置
- 4 成膜チャンバ
- 5 制御装置
- 10 隣極部
- 11 ターゲット
- 12 陽極チャンバ
- 13 アーク電源
- 14 トリガ
- 15 駆動部
- 20 トロイダルダクト
- 41 基板
- 42 基板ステージ
- 46 駆動装置
- PB プラズマビーム

【図1】



【図2】



【図3】

